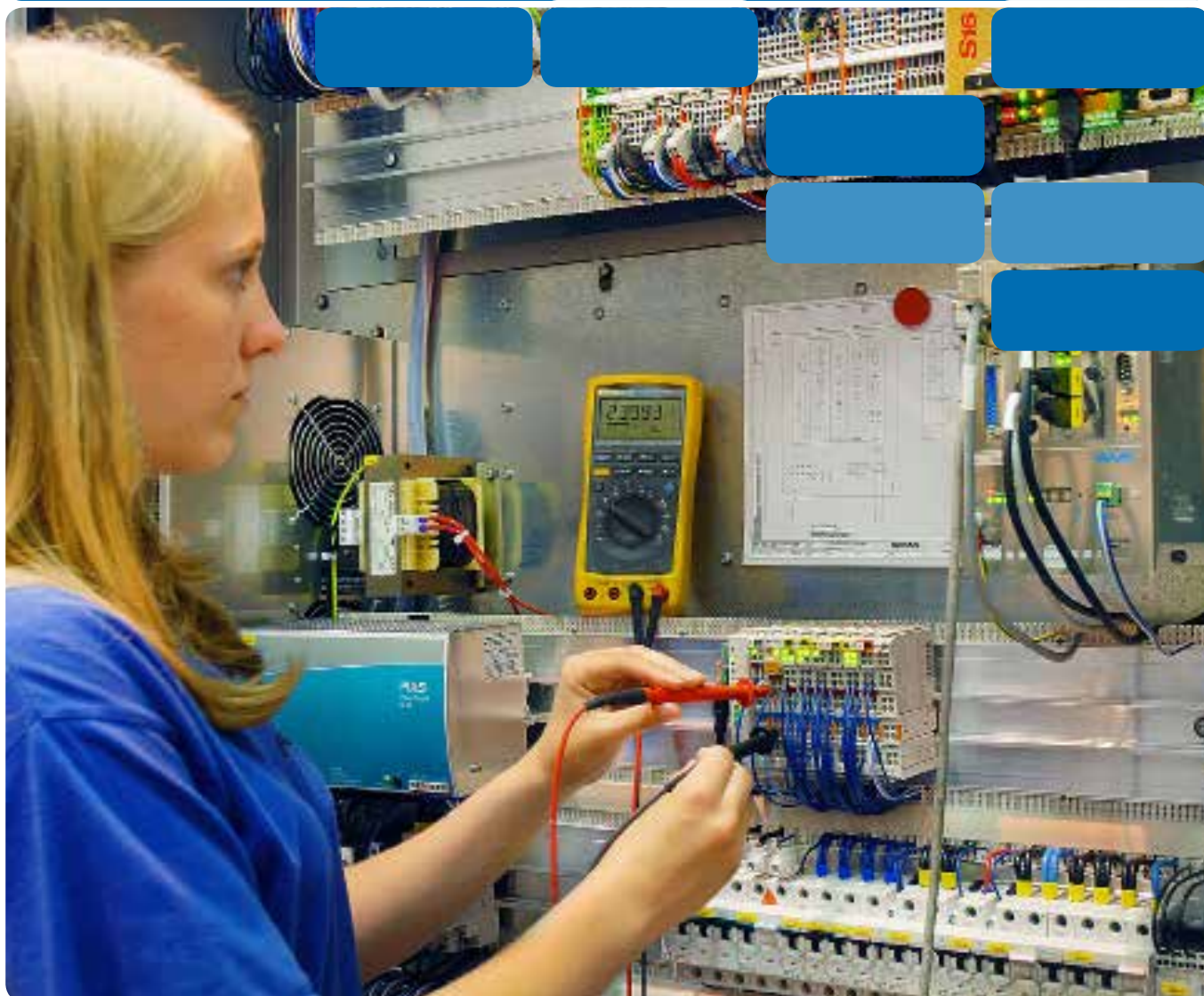


# Automation

AUBKB3-2L



## Inhaltsverzeichnis

Messtechnik	7
Schaltungstechnik	55
SPS-Programmierung mit TIA Portal	129



## Ergänzungen zum Lehrgang

1. Rufen Sie im Browser die Adresse (URL) <https://swissmem-elearning.ch> auf.

Sie haben bereits ein Benutzerkonto?

2. Melden Sie sich an (Login)

3. Geben Sie die Nummer des Gutscheins im Feld „Gutschein“ ein.

Viel Vergnügen!

Sie haben **noch kein** Benutzerkonto?

2. Erstellen Sie ein Benutzerkonto → über Schaltfläche „Neues Konto anlegen?“

3. Sie werden eine E-Mail mit einem Aktivierungscode erhalten. Folgen Sie diesem Link um den Zugang zu aktivieren

4. Geben Sie die Nummer des Gutscheins im Feld „Gutschein“ ein.

Viel Vergnügen!

Herausgeber: SWISSMEM-Berufsbildung + SWISSMECHANIC-Berufsbildung  
2. Auflage – September 2016 (Überarbeitung 2018)  
ISBN 978-3-03866-005-7  
Bestellcode AUBKB3-2L

Bezugsquelle:  
Swissmem Berufsbildung  
Brühlbergstrasse 4  
8400 Winterthur

Telefon Vertrieb 052 260 55 55  
Fax Vertrieb 052 260 55 59

[www.swissmem-berufsbildung.ch](http://www.swissmem-berufsbildung.ch)  
[vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch](mailto:vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch)

Copyright Text, Zeichnung und Ausstattung:  
© SWISSMEM-Berufsbildung + SWISSMECHANIC-Berufsbildung

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in andern als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Herausgebers.

Für die Unterstützung mit Bildern und Inhalten danken wir:

Siemens Schweiz AG

Diese Unterlage wurde von Siemens Schweiz AG/SCE zu Ausbildungszwecken erstellt. Siemens Schweiz AG übernimmt bezüglich des Inhalts keine Gewähr.









SWISSMEM + SWISSMECHANIC danken Marcel Albrecht, Hans Menzi Menzi RCL und Andreas Rohrbach Siemens Schweiz AG/SCE für die Erstellung der Unterlagen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Messtechnik</b>	<b>9</b>
<b>Messinstrumente</b>	<b>9</b>
Messen – Prüfen	10
Prüfinstrumente	11
Übersicht Messinstrumente	14
Analoge Messinstrumente	15
Digitale Messinstrumente	18
Zangenamperemeter	19
Wattmeter	21
Genauigkeit	23
Messfehler	24
Wartung von Messgeräten	25
<b>Messprotokoll</b>	<b>29</b>
Beispiel Messprotokoll	31
<b>Bauelemente messen</b>	<b>39</b>
Indirekte Leistungsmessung	49
Direkte Leistungsmessung	52
Dreiphasige Messung	53
<b>Schaltungstechnik</b>	<b>57</b>
<b>Spannungsquellen und Widerstände</b>	<b>57</b>
Stromkreis	58
Parallelschaltung	59
Leistung	60
Serieschaltung von Widerständen	61
Parallelschaltung von Widerständen	62
Gemischte Widerstandsschaltungen	66
Potentiometer-Schaltungen	67
Schaltungen mit veränderbaren Widerständen	68
Reale Spannungsquellen	68
Diode	71
<b>Gleichrichterschaltungen</b>	<b>71</b>
Einphasen-Schaltungen	72
Spulenbeschaltungen	79
<b>Gemischte Schaltungen</b>	<b>79</b>
Spannungsstabilisierung	80
<b>Verbindungsprogrammierte Steuerungen</b>	<b>85</b>
Grundfunktionen	86
Dauerkontaktsteuerung	87
Impulskontaktsteuerung	87
Verriegelungsschaltung	88
Prüfprotokoll	89
Drehstrom-Asynchron-Motoren	98
Direktanlauf	98
<b>Niveausteuering</b>	<b>100</b>
Prüfprotokoll	114
<b>Störungsbehebung</b>	<b>116</b>
Fehlerarten	117
Ablauf einer Störungsbehebung	123
Systematisches Messen	124
Reparaturprotokoll	128
Beispiel Reparaturprotokoll	129

## Zeichenerklärungen, Inhaltlicher Aufbau

### Zeichenerklärung

	Diese Variante ist zweckmässig. Im Sinne der Optimierung des Produktes suchen wir die stärkste Lösung.
	Brauchbare Lösung. Sicher sind noch bessere Varianten zu finden!
	Diese Lösung ist ungeeignet. Überlegen Sie, aus welchem Grund diese Lösung nicht befriedigt und suchen Sie eine bessere Variante.
	Lösen Sie diese Aufgabe mit dem geeignetsten Hilfsmittel.
	Lernziele
	Wichtige Hinweise
	Information
	Informationen im Web: <a href="http://www.swissmem-elearning.ch">www.swissmem-elearning.ch</a>

Notieren Sie hier die zutreffenden Informationen, wie nationale oder internationale Normen, Betriebsnormen, Titel von Fachbüchern, Betriebsanleitungen usw.

### Inhaltlicher Aufbau

Der Lehrgang ist nach der gleichen Struktur wie der Kompetenzen-Ressourcen-Katalog aufgebaut.

Der Ressourcenaufbau ist wie folgt gegliedert:

#### **Aktivierung**

Jede Ausbildungseinheit beginnt mit Grundsatzfragen, welche den momentanen Wissensstand erfassen.

#### **Theorie / Übungen**

Der Theorieteil beinhaltet neben der Theorie auch Fragen und/oder Übungen, welche die Lernenden lösen müssen.

#### **Repetition**

Als Abschluss des Ressourcenaufbaus sind Repetitionsfragen zu beantworten. Diese dienen der Festigung des Lernstoffs.



### Wichtige Hinweise für Lehrperson

## Messinstrumente



### Messinstrumente unterscheiden, prüfen und anwenden

1) Nennen Sie Mess- oder Prüfinstrumente, die in der Automation eingesetzt werden.

Multimeter, Stromzange (Zangenamperemeter), Oszilloskop, Leistungsmessgerät,  
ScopeMeter

2) Welche physikalischen Grössen können gemessen werden?

Länge, Masse, Kraft, Druck, elektrische Spannung, elektrischer Strom,  
Temperatur, Zeit, Beleuchtungsstärke, Feuchtigkeit, Luftströmung, CO<sub>2</sub>-Gehalt,  
Wasserqualität, pH, Schallpegel, Drehzahl, UV-Strahlung

3) Welche Messfehler können auftreten?

Falsch abgelesen, falsches Messinstrument, defektes Messinstrument,  
falscher Messbereich

4) Wozu werden Messungen durchgeführt?

- Um sicherzustellen, dass die Messwerte den Anforderungen gemäss Prüfprotokoll entsprechen
- Um Fehler zu suchen und Bauteile zu prüfen
- Bauteile- und Schaltungsverständnis

## Messinstrumente

Elektrizität sichtbar machen



Elektrische Grössen wie Spannung, Strom, Widerstand und Leistung sind für unsere Sinne nicht direkt erfassbar. Wir sehen einem Leiter nicht an, wenn er unter Spannung steht oder wenn ein Strom fliesst.

**Elektrizität kann nur an deren Auswirkungen festgestellt werden.**

Für das direkte Messen und Prüfen elektrischer Grössen werden zum Beispiel folgende Auswirkungen der Elektrizität genutzt:

### Kraftwirkung

Beispiel: Zeigerinstrumente



### Lichtwirkung

Beispiele: Berührungsloser Spannungsprüfer mit LED



Indirektes Messen und Prüfen

Beim indirekten Messen und Prüfen wird die elektrische Grösse mit elektronischen Schaltkreisen so verstärkt und umgeformt, dass ihr Wert auf einer elektronischen Anzeige sichtbar gemacht werden kann. Die meisten modernen Messinstrumente funktionieren nach diesem Prinzip.



## Messen – Prüfen

Die Begriffe Messen und Prüfen bezeichnen zwei grundsätzlich unterschiedliche Vorgänge.

**Messen** heisst, physikalische Grössen wie z.B. Strom, Spannung oder Widerstand zu erfassen und ihren Wert darzustellen. Messen heisst vergleichen.

Man stellt fest, wie oft eine bestimmte Masseinheit in der Messgrösse enthalten ist.

Beispiel:  
Messgrösse = Masszahl × Masseinheit  
30 Volt = 30 × 1 Volt

Das Messen ergibt einen Messwert.

Beispiel:  
Mit einem Voltmeter wird die Grösse einer Spannung (z.B. 30 V) gemessen.

**Prüfen** heisst, das Vorhandensein einer physikalischen Grösse wie z.B. Strom oder Spannung festzustellen.

Das Prüfen ergibt ein «Gut»-/«Schlecht»-Resultat.

Beispiel:  
Mit einem Spannungsprüfer wird festgestellt, ob Spannung vorhanden ist oder nicht (also nur zwei Zustände).

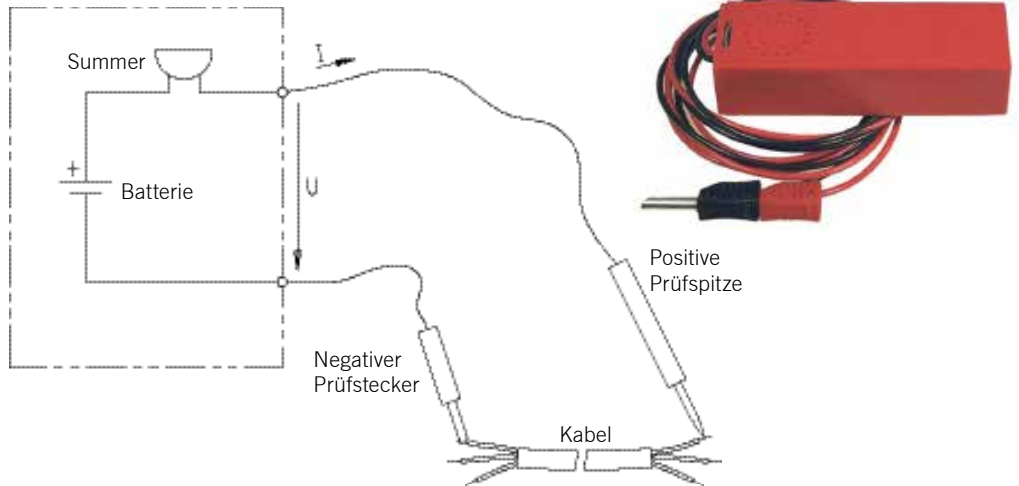
Messinstrumente

Prüfinstrumente

Durchgangsprüfer

Durchgangsprüfer eignen sich um festzustellen, ob zwischen den Prüfpunkten eine elektrisch leitende Verbindung besteht.

Vereinfachtes  
Prinzipschaltbild



Durchgangsprüfer enthalten eine Batterie und einen Summer. Wird der Stromkreis durch das zu prüfende Objekt geschlossen, so fließt der Prüfstrom durch das Prüfobjekt.



**Durchgangsprüfer dürfen nicht in elektronischen Schaltungen eingesetzt werden, da Prüfspannung und -strom elektronische Bauteile zerstören können.**

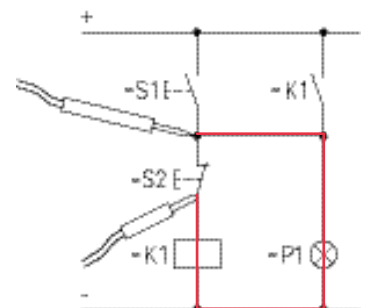
**Durchgangsprüfer dürfen nur in spannungsfreien Schaltungen eingesetzt werden. Fremdspannungen können sie zerstören, die prüfende Person gefährden oder Falschmessungen verursachen.**

**Wird der Durchgangsprüfer in verdrahteten Schaltungen eingesetzt, ist speziell darauf zu achten, dass der Prüfstromkreis nicht über andere als die zu prüfende Verbindung geschlossen wird.**

Beispiel:

Es soll geprüft werden, ob der Kontakt der Taste S2 öffnet.

Ohne weitere Vorkehrungen meldet der Prüfsummer je nach Widerstand des Relais K1 und der Lampe P1 auch bei unterbrochenem Kontakt eine «leitende Verbindung», da der Stromkreis über das Relais und die Lampe geschlossen wird.

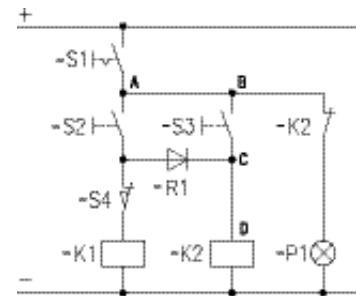


## Messinstrumente



5) In der Schaltung sollen mit einem Durchgangs-  
prüfer die Verbindungen A–B, B–C und C–D  
geprüft werden.

Welche Massnahmen sind zu treffen, damit für  
die Prüfung der Verbindungen Falschresultate  
ausgeschlossen werden können?



Verbindung A–B:

S1 und S2 müssen offen sein.

Verbindung B–C:

S1 und S2 müssen offen, P1 oder K2 muss entfernt sein (allenfalls K2 von Hand  
betätigen) und S3 muss betätigt werden.

Verbindung C–D:

– S1, S2, S3 und S4 offen

oder

– R1 auftrennen, S1, S2 und S3 offen



## Messinstrumente

### Spannungsprüfer

Im **AUBK 2** (ab 2018), im Kapitel «Sicherheitsmassnahmen», ist zum Thema Spannungsprüfer folgendes beschrieben:

- Feststellen der Spannungsfreiheit
- Überspannungskategorien
- Anforderungen an Spannungsprüfer

Spannungsprüfer sind in unterschiedlichen Ausführungen erhältlich:



**Achten Sie darauf, dass der Spannungsprüfer zugelassen ist für die Überspannungskategorie, in der Sie prüfen möchten.**

## Messinstrumente

### Übersicht Messinstrumente

#### Analoge Multimeter (Drehspul-Messinstrument)



Analoge Multimeter sind Zeigerinstrumente, welche die Messung verschiedener Grössen wie Spannung, Strom und Widerstand mit einem Gerät erlauben.

#### Digitale Multimeter



Digitale Multimeter sind Vielfachmessinstrumente mit Ziffernanzeige, welche neben Spannungs-, Strom- und Widerstandsmessung oft auch Kapazitäts- und Frequenzmessung ermöglichen.

#### Zangenmultimeter



Zangenmultimeter sind Messinstrumente, welche Strommessungen ohne Auftrennen des Leiters ermöglichen. Oft enthalten sie weitere Messfunktionen wie ein Multimeter.

#### Wattmeter



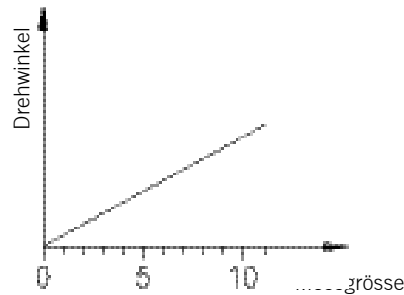
Wattmeter sind Messinstrumente, welche gleichzeitig Strom und Spannung messen und direkt die elektrische Leistung (Produkt aus Spannung  $\times$  Strom) anzeigen.

Messinstrumente

Analoge Messinstrumente

Das Wort «analog» bedeutet «ähnlich, entsprechend, vergleichend». In analogen Messinstrumenten wird die Messgrösse in eine andere physikalische Grösse umgeformt (Drehwinkel eines Zeigers). Diese ist proportional zur Messgrösse (Ausnahme Dreh-eisen-Instrument).

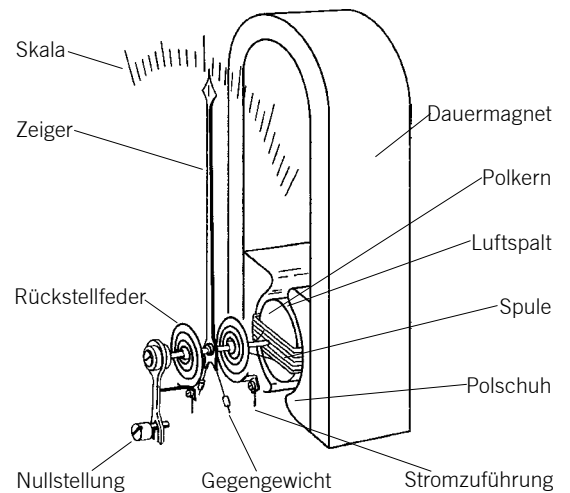
Beispiel eines analogen Signals:



Drehspulmesswerke

In einem Magnetfeld eines Dauermagneten liegt zwischen den zwei Polschuhen eine vom Messstrom durchflossene, beweglich gelagerte Spule. Die Magnetfelder des Dauermagneten und der Spule erzeugen eine Drehkraft, welche den Zeiger proportional zum Spulenstrom auslenkt.

Die Stromrichtung bestimmt die Richtung des Zeigeraus-schlages.



**Reine Drehspulmesswerke eignen sich deshalb nur für Gleichstrom beziehungsweise Gleichspannung.**

Damit auch Wechselströme und -spannungen gemessen werden können, gibt es Drehspulmessinstrumente mit eingebautem Gleichrichter.



**Drehspulmesswerke mit Gleichrichter eignen sich für Gleich- und sinusförmige Wechselströme.**



**Nicht sinusförmige Wechselstromgrössen ergeben bei Drehspulmesswerken mit Gleichrichter einen Systemfehler. Der Messfehler ist umso grösser, je mehr die Spannungs- beziehungsweise Stromform von der Sinusform abweicht. Für exakte Messungen von nicht sinusförmigen Grössen sind sogenannte «True RMS»-(Echt-Effektivwert-)Geräte zu verwenden. RMS = Root Mean Square (Mittelwertbildung).**

## Messinstrumente

### Dreheisen-Messwerke

Bei sogenannten Dreh- oder Weicheisenmesswerken fliesst der Messstrom durch eine feste Spule. Das Magnetfeld der Spule bewirkt eine Kraft auf ein drehbar gelagertes Weicheisen, welches den Zeiger bewegt. Dreheisenmesswerke sind robust und preiswert und messen im Gegensatz zu Drehspulinstrumenten bei beliebigen Kurvenformen der Messgrösse den echten Effektivwert (True RMS). Sie haben jedoch einen relativ grossen Eigenverbrauch und sind weniger genau.

### Symbole auf analogen Messinstrumenten

Die wichtigsten Eigenschaften von Zeigerinstrumenten werden mit besonderen Symbolen auf der Messskala angegeben. Beispiele:

	Drehspul-Messwerk		Achtung! Gebrauchsanweisung beachten
	Drehspul-Messwerk mit Gleichrichter		Waagrechte Gebrauchslage
	Dreheisen-Messwerk		Prüfspannung 500 V
	Gleichstrom-Instrument		Prüfspannung 2000 V
	Wechselstrom-Instrument		
	Instrument für Gleich- und Wechselstrom		



**Die Bedeutung weiterer Symbole ist der Bedienungsanleitung des entsprechenden Messgerätes zu entnehmen.**